

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 1993/94

Oktober/November 1993

EBB 315/3 - Bahan Semikonduktor I

Masa: (3 jam)

---

**ARAHAN KEPADA CALON**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi ENAM (6) mukasurat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab semua soalan dalam Bahagian A dan hanya DUA (2) daripada TIGA (3) dari Bahagian B.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM (6) soalan semuanya.

Semua soalan MESTILAH dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

Semua jawapan mesti dimulakan pada mukasurat baru.

**BAHAGIAN A**

1. [a] Dengan menggunakan 'Model Bohr', terbitkan satu ungkapan aras-aras tenaga untuk satu atom hidrogen terpencil.

(50 markah)

- [b] Terangkan mengapa teori Bohr tidak boleh digunakan untuk helium dan atom-atom lain yang lebih kompleks.

(15 markah)

- [c] Kirakan jarak gelombang foton yang boleh mengujakan satu elektron ke keadaan teruja  $E_4$  untuk satu atom hidrogen dari mana-mana aras tenaga yang lebih rendah.

(35 markah)

2. [a] Terangkan, apakah yang dimaksudkan dengan jisim berkesan suatu elektron?

(25 markah)

- [b] Terbitkan ungkapan jisim berkesan suatu elektron ( $m_e^*$ ) yang ditunjukkan di bawah.

$$m_e^* = \frac{\hbar^2}{\left[ \frac{\partial^2 E}{\partial k^2} \right]}$$

E dan k mempunyai maksud mereka yang biasa.

(50 markah)

- [c] Dari ungkapan yang diberikan dalam (b), terangkan bagaimana konsep lohong boleh didapati.

(25 markah)

3. Ketumpatan elektron ( $n$ ) berdekatan dengan di bawah jalur konduksi boleh diringkaskan dengan ungkapan di bawah.

$$n = N_C \exp \left[ \frac{-(E_C - E_F)}{kT} \right] , N_C = 2 \left[ \frac{2\pi m_e^* kT}{h^2} \right]^{3/2}$$

Di sini  $E_C$ ,  $E_F$ ,  $k$ ,  $T$ ,  $m_e^*$  dan  $h$  mempunyai maksud mereka yang biasa. Untuk menjawab soalan-soalan berikut data yang diberikan dalam jadual I boleh digunakan.

- [a] Jika satu semikonduktor Si didopkan dengan  $10^{18}$  arsenik atom/cm<sup>3</sup>, kirakan kedudukan  $E_F$  dalam sebutan  $E_C$ . Andaikan pengionan lengkap berlaku. (50 markah)
- [b] Dari jawapan anda dalam (a), tunjukkan sama ada andaian pengionan lengkap yang telah digunakan adalah wajar. (35 markah)
- [c] Lakarkan satu rajah jalur tenaga yang menunjukkan kedudukan  $E_V$ ,  $E_C$  dan  $E_F$ . (15 markah)

Jadual I: Ciri-ciri Si pada 300 K

Sela tenaga	$\frac{m_e^*}{m_0}$
1.12 eV	0.27

Pemalar Fizikal

Kuantiti	Simbol	Nilai	Unit
Laju cahaya dalam vakum	c	$3.0 \times 10^8$	$\text{ms}^{-1}$
Pemalar Planck	h	$6.63 \times 10^{-34}$	J.s
Pemalar Boltzman	k	$1.381 \times 10^{-23}$	JK <sup>-1</sup>
Cas asas	e	$1.602 \times 10^{-19}$	C
Jisim rehat elektron	$m_0$	$9.11 \times 10^{-31}$	Kg
Ketelusan dalam vakum	$E_0$	$8.85 \times 10^{-12}$	Fm <sup>-1</sup>

BAHAGIAN B

4. [a] Dengan bantuan gambarajah, terangkan bagaimana anda boleh menentukan kepekatan pembawa di dalam sesuatu semikonduktor secara eksperimen. Apakah sifat-sifat semikonduktor yang lain yang juga boleh ditentukan dengan cara ini?

(40 markah)

- [b] Dengan menandakan nisbah  $\mu_e : \mu_h$  dengan  $b$ , tunjukkan bahawa pemalar Hall adalah sifar jika  $p = b^2n$  dan apabila syarat ini dipatuhi, sampel semikonduktor adalah sama seperti bahan intrinsik.

Hitungkan kepekatan elektron dan lohong untuk sampel germanium yang mempunyai pemalar Hall sifar.

[Diberikan  $n_i$  untuk Ge =  $2.0 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ ]

(60 markah)

5. [a] Takrifkan (i) kelincahan (ii) kekonduksian. Huraikan faktor-faktor yang menentukan kekonduksian elektrik bagi semikonduktor. (iii) jarak gelombang kritikal bagi suatu semikonduktor. Terangkan mengapa  $\lambda_c$  wujud.

(40 markah)

- [b] Kekonduksian semikonduktor intrinsik ditingkatkan dengan faktor  $\sqrt{2}$  apabila penderma sebanyak  $10^{20}$  per  $\text{m}^3$  ditambahkan. Jika kesemua penderma itu terion dan kelincahan tidak berubah, dan jika kelincahan lohong adalah setengah kelincahan elektron, apakah kepekatan elektron dan lohong?

(60 markah)

6. [a] Sinaran jatuh pada suatu sampel semikonduktor yang disinari dengan seragam dan suatu keadaan mantap telah tercapai. Pada  $t = 0$  cahaya dipadamkan.

i] Lakarkan kepekatan pembawa minoriti sebagai fungsi masa untuk  $t \geq 0$ .

ii] Takrifkan kesemua simbol-simbol di dalam persamaan yang menerangkan lakaran yang anda tunjukkan di dalam (i).

(50 markah)

[b] Lakarkan lengkungan  $E - k$  untuk InP. Terangkan dengan ringkas apakah yang terlibat di dalam proses penggabungan semula di dalam semikonduktor jurang jalur tak terus. Berikan contoh-contoh semikonduktor jurang jalur tak terus.

(50 markah)

~oooOooo~